Fundamentos, diseño, construcción y mantenimiento.

–

Plantas desaladoras de agua de mar.

Descarga de salmuera

José Luis Pérez Talavera

La Laguna 22-23 de Febrero de 2.017

Diferencias salmuera / agua de mar

Salmuera		
pH		6,56
Conductividad (uS/cm)		99891
Turbidez (NTU)		0,21
Temperatura		22,7
CATIONES	mg/l	meq/l
Na^+	28.154,0	1224,09
K^+	925,0	23,72
Total	**29.079,0**	**1247,80**
ANIONES	mg/l	meq/l
Cl^-	49.000,0	1380,28
$SO_4^=$	8.000,0	166,67
NO_3^-	11,4	0,18
Total	**57011,44**	**1547,13**
SDT	**86.090**	
OTROS		
Si	0,4 mg/l	
Fe	0,02 mg/l	

Agua de mar		
pH		6,78
Conductividad (uS/cm)		49500
Turbidez (NTU)		0,12
Temperatura		20,6
CATIONES	mg/l	meq/l
Na^+	12.157,0	528,57
K^+	410,0	10,51
Total	**12.567,0**	**539,08**
ANIONES	mg/l	meq/l
Cl^-	21.200,0	597,18
$SO_4^=$	3.600,0	75,00
NO_3^-	5,3	0,09
Total	**24805,28**	**672,27**
SDT	**37.372**	
OTROS		
Si	0,1 mg/l	
Fe	0,01 mg/l	

IMPACTO AMBIENTAL DE LAS DESALADORAS. Vertido de rechazo

Vertido: agua de mar concentrada sin componentes tóxicos

Agua de mar: 38.000 mg/l STD

Agua de rechazo: 72.000 mg/l STD

En los proyectos de DESALACIÓN se exige;

-Estudios de impacto ambiental (medio biótico y abiótico)
-Estudios de alternativas de vertido (emisario, mezcla con agua residual, etc.)
-Modelos de dilución de vertido y utilización de simulaciones a escala
-Estudio de afecciones de especies (*Posidonia Oceánica*)

OTROS COMPONENTES DEL VERTIDO QUE NO SON SALMUERA

- Las plantas de ósmosis inversa tienen otros vertidos aparte del rechazo o salmuera;

- Agua de lavado de filtros, que contiene básicamente materia orgánica y sólidos en suspensión
- Residuos procedentes de las limpiezas químicas de membranas, que incluyen MO y SS, detergentes, ácidos, álcalis, etc.

Aunque no era una práctica generalizada hasta hace poco (siendo en la mayor parte de casos mezcladas estas corrientes con la salmuera), en la actualidad se instalan sistemas de corrección de pH y depuración de estas corrientes previamente a su vertido

FORMAS DE VERTIDO

DIRECTO SUPERFICIAL

SOBRE ESCOLLERA

CON EMISARIO O TUBERÍA DE DESCARGA

- CON DIFUSORES
- CON EYECTORES

Problemas del vertido de salmueras

- Alta salinidad
- Alta densidad
- Mayor temperatura

Formas de vertido

Directo superficial:

Se hunde rápidamente
Baja dilución
Económica
La pluma se extiende a grandes distancias
Riesgo sobre las praderas de fanerógamas.

Formas de vertido

Vertido en escollera:

- Depende de la intensidad del oleaje
- Baja dilución sin oleaje
- Económica
- Pluma variable
- Riesgo dependiente del oleaje

Formas de vertido

Tubería de descarga:

El mas eficaz
Dilución elevada
Costo acto
Requiere piezas auxiliares (Boquillas, difusores, etc.)
Riesgo bajo sobre las praderas de fanerógamas.
Mayor impacto en fase de construcción.

ATENUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS VERTIDOS DE DESALADORAS

Ubicación

Tipos de vertido (Emisarios, etc.)

Tratamiento previo de otros vertidos (agua lavado de filtros, limpieza química de membranas, etc.)

Dilución previa

- **Dilución con agua de mar**
- **Dilución con agua residual**
- **Eductores**

Planes de vigilancia ambiental

Praderas de sebas marinas

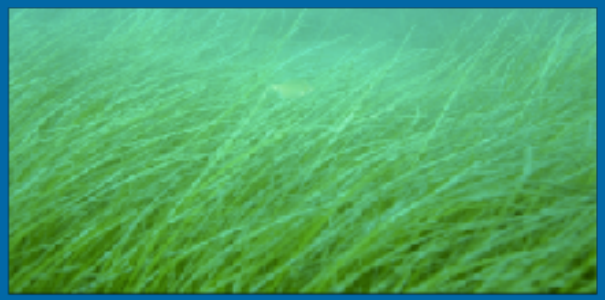
En los fondos arenosos encontramos praderas de fanerógamas marinas, formadas generalmente por la asociación de dos especies: Cymodocea nodosa y Caulerpa prolifera.

Cymodocea nodosa: crece en fondos arenosos sin barro

•Caulerpa prolifera: crece en fondos arenosos con barro

•En las Islas Canarias se encuentra también la especie africana Halophila decipiens.

•En el Mediterráneo, la especie principal es la Posidonia oceánica.



Cymodocea nodosa

Cymodocea nodosa + Caulerpa prolifera

Caulerpa prolifera

Objetivos de los estudios de descarga de salmuera

Determinar los efectos de la descarga de salmuera en el ambiente marino.

•Seguimiento del volumen de agua una vez que es descargado en el ambiente costero.

•Identificación de los efectos originados por la descarga sobre la fauna y la flora en el área, con especial atención a la presencia de praderas de vegetación marina en los fondos arenosos, los cuales tienen una gran importancia biológica.

PASOS PARA EL DISEÑO DEL VERTIDO

- Caracterización de los efluentes del rechazo.
- Caracterización del medio receptor
- Diseño del equipo de vertido
- Predicción del comportamiento del vertido mediante programa CORMIX o similar.
- Valoración del impacto ambiental sobre el medio marino
- Establecimiento de medidas correctoras
- Implementación del programa de vigilancia ambiental

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Aspectos a vigilar en el medio terrestre:

Replanteo y señalización provisional de la zona de obras

Elementos auxiliares (transporte de materiales, residuos, etc.)

Protección de la capa edáfica, protección contra la corrosión

Protección de la vegetación y revegetación

Protección de la fauna

Protección de vigilancia de las tareas de mantenimiento

Protección del sistema hídrico

Otros aspectos (emisiones de polvo, ruidos, etc.)

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

EN LA FASE DE FUNCIONAMIENTO

Objetivos:

Caracterización del agua vertida

Comportamiento del vertido

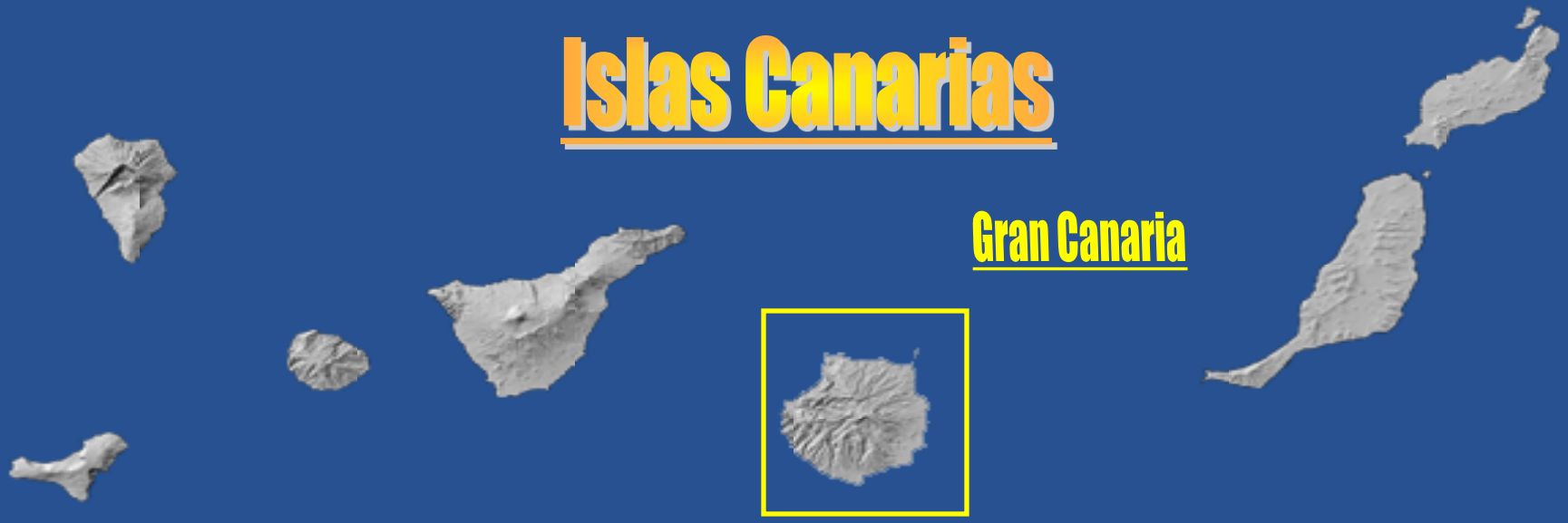
Seguimiento de especies sensibles

Seguimiento de comunidades de alto valor ambiental

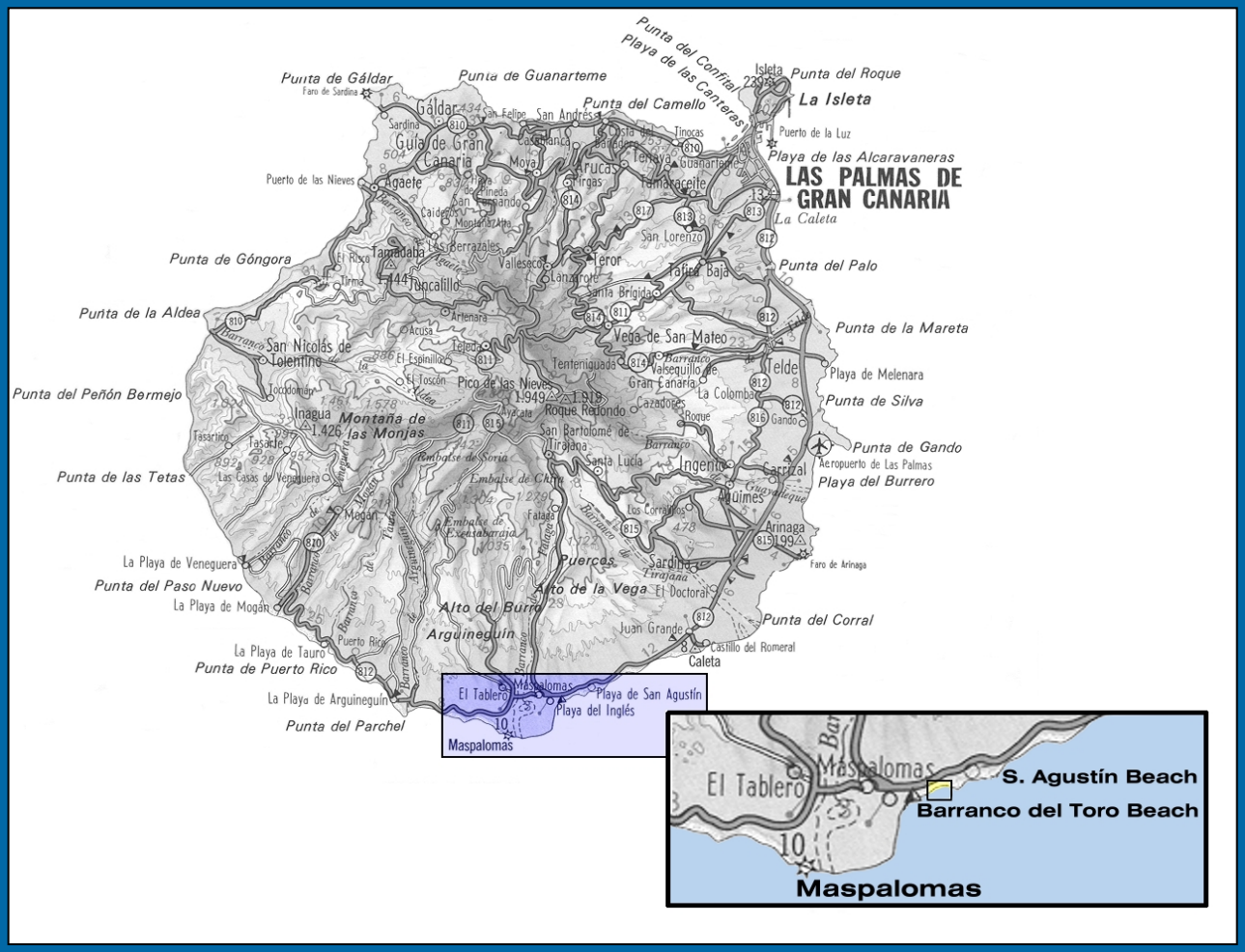
PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

1) **Establecimiento de un mapa de conductividades en la zona de vertido con puntos de muestreo a distintas profundidades y distancias de los difusores**
2) **Comprobación de la afección directa sobre praderas de *Posidonia oceánica* próximas mediante microcartografía y seguimiento de otras especies sensibles**
3) **Control de nutrientes (P y N) en el vertido**

Primer estudio de dilución en el mundo



Primer estudio de dilución en el mundo



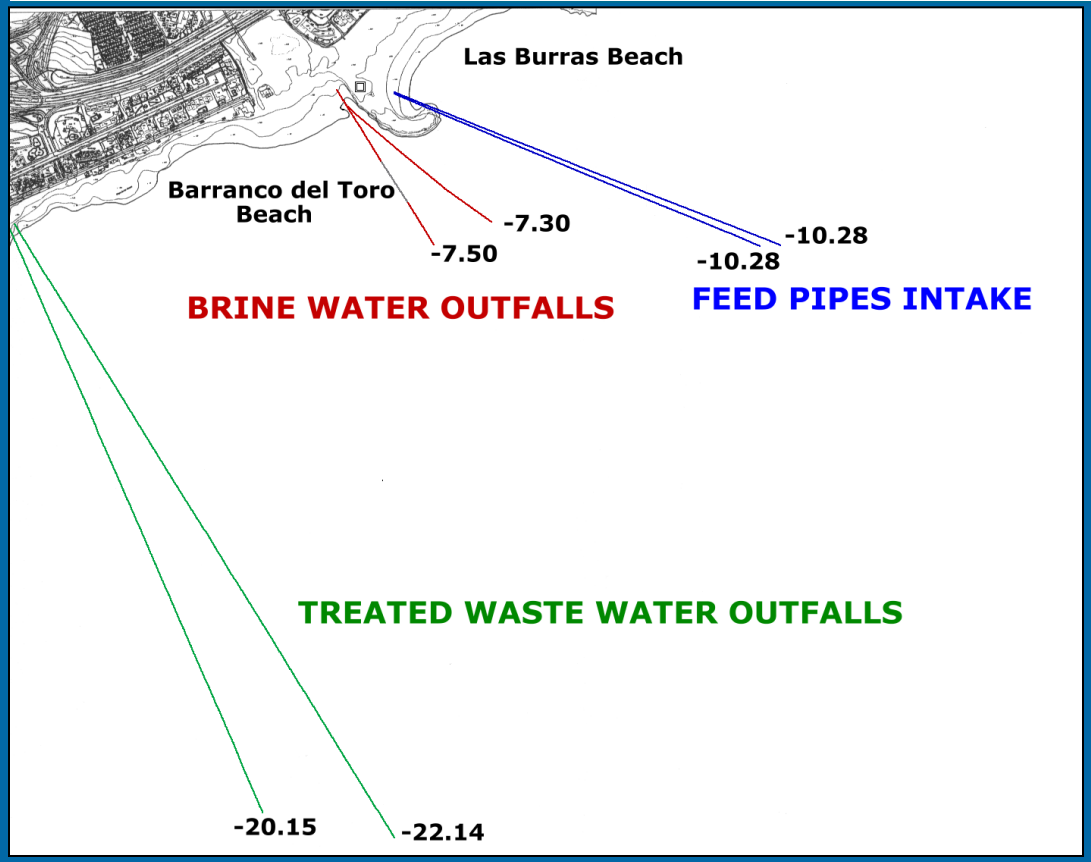
Lugar del estudio

Características y situación de las descarga de salmuera.

Descarga 2
Longitud: 300 m
Diametro: 600 mm
Profundidad: 7.5 m

Descarga 1
Longitud: 290 m
Diámetro: 300 mm
Profundidad: 7.3 m

Situación de todos los conductos del área



Descarga 2
Diámetro 600 mm
Profundidad 7.5 m

La descarga de salmuera es turbulenta y forma una niebla debido a la diferencia de densidades.

Masas de agua existentes

Existe un complejo sistema en el área de descarga, generándose un volumen de mezcla con tres masas de agua:

Agua de mar

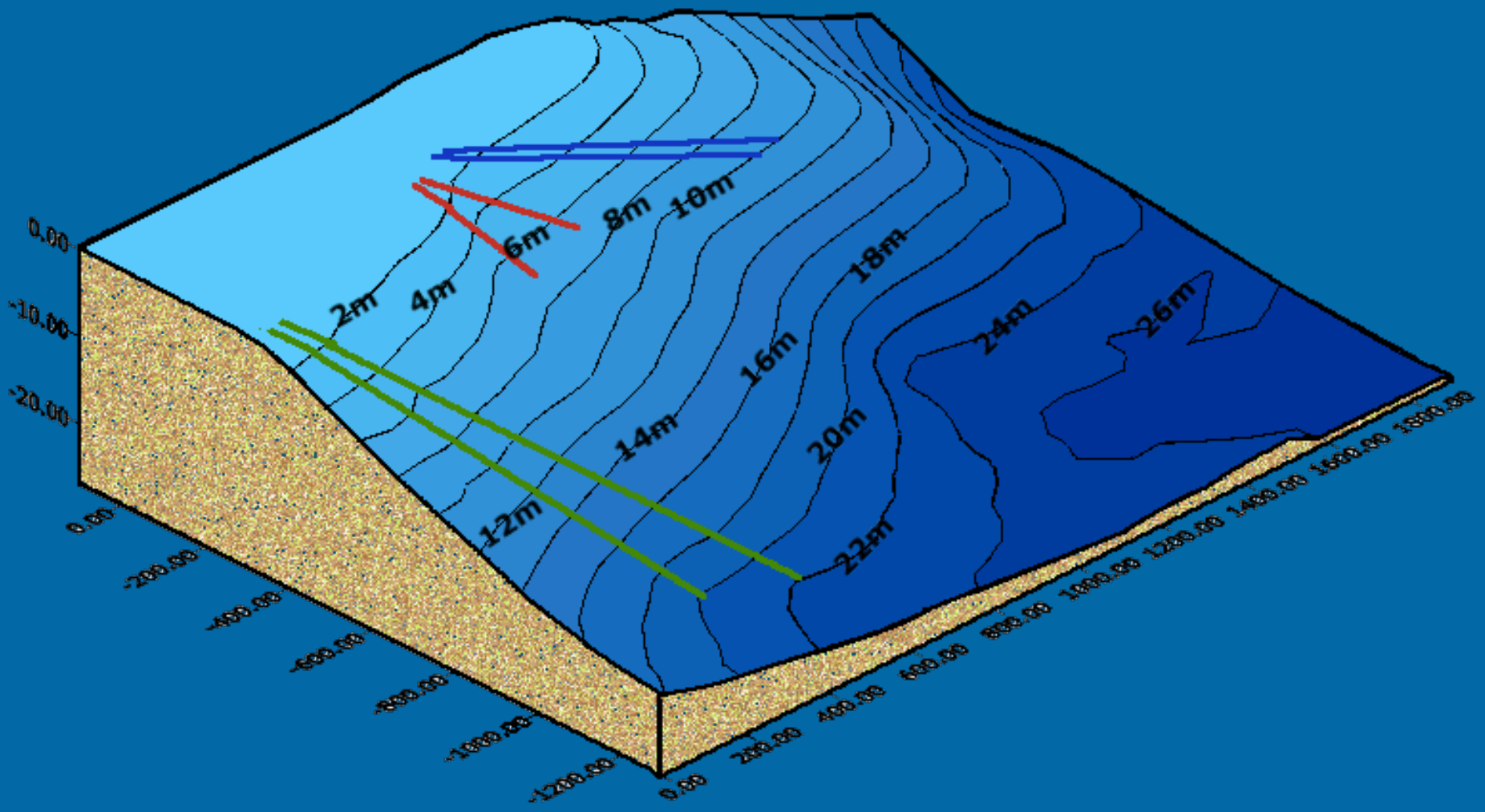
Salmuera: ⇧Densidad ⇧Salinidad ⇧Temperatura

Se diluye en el fondo

Agua depurada: ⇩ Densidad ⇩ Salinidad ⇧Temperatura

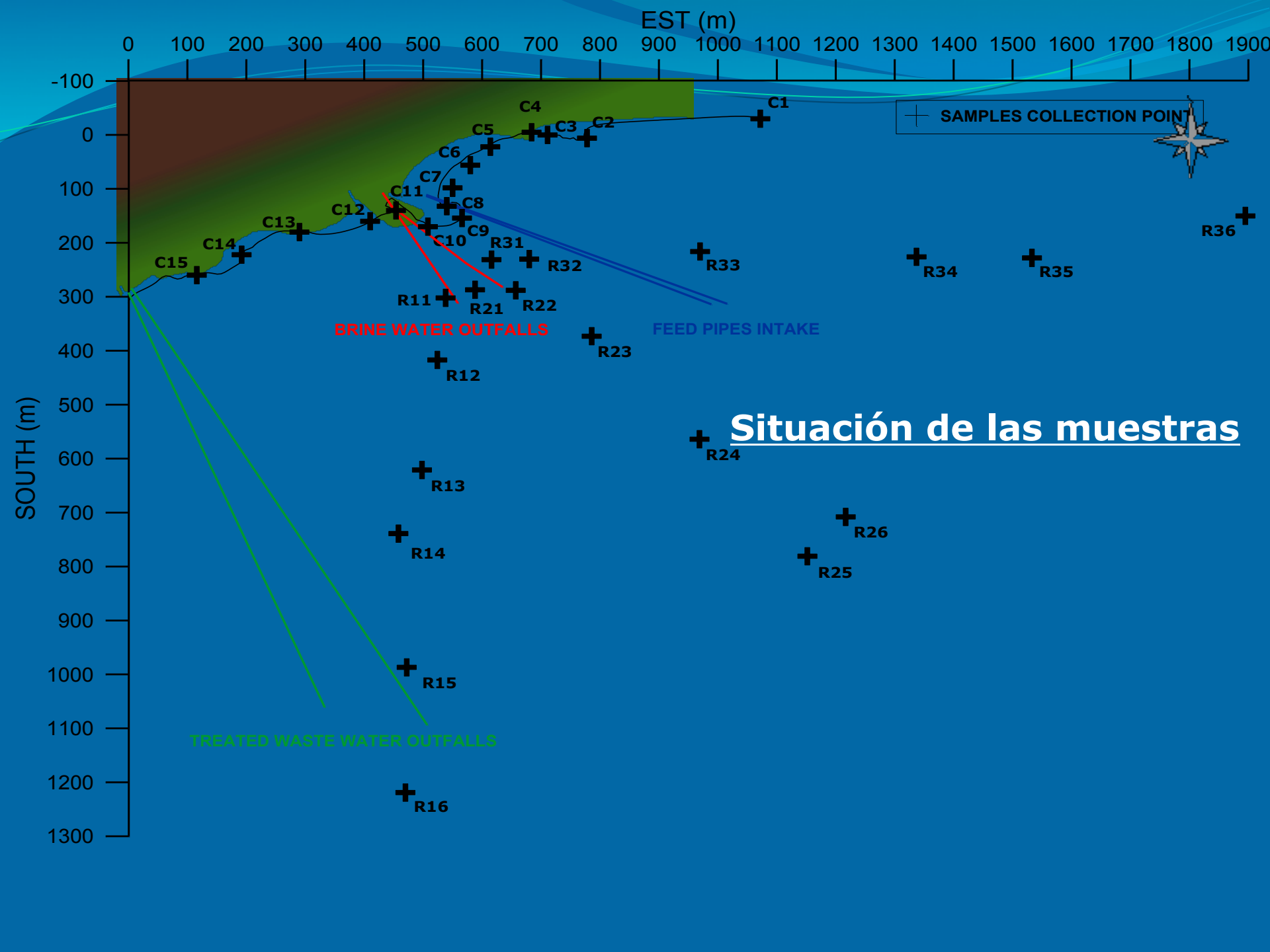
Se diluye en la superficie

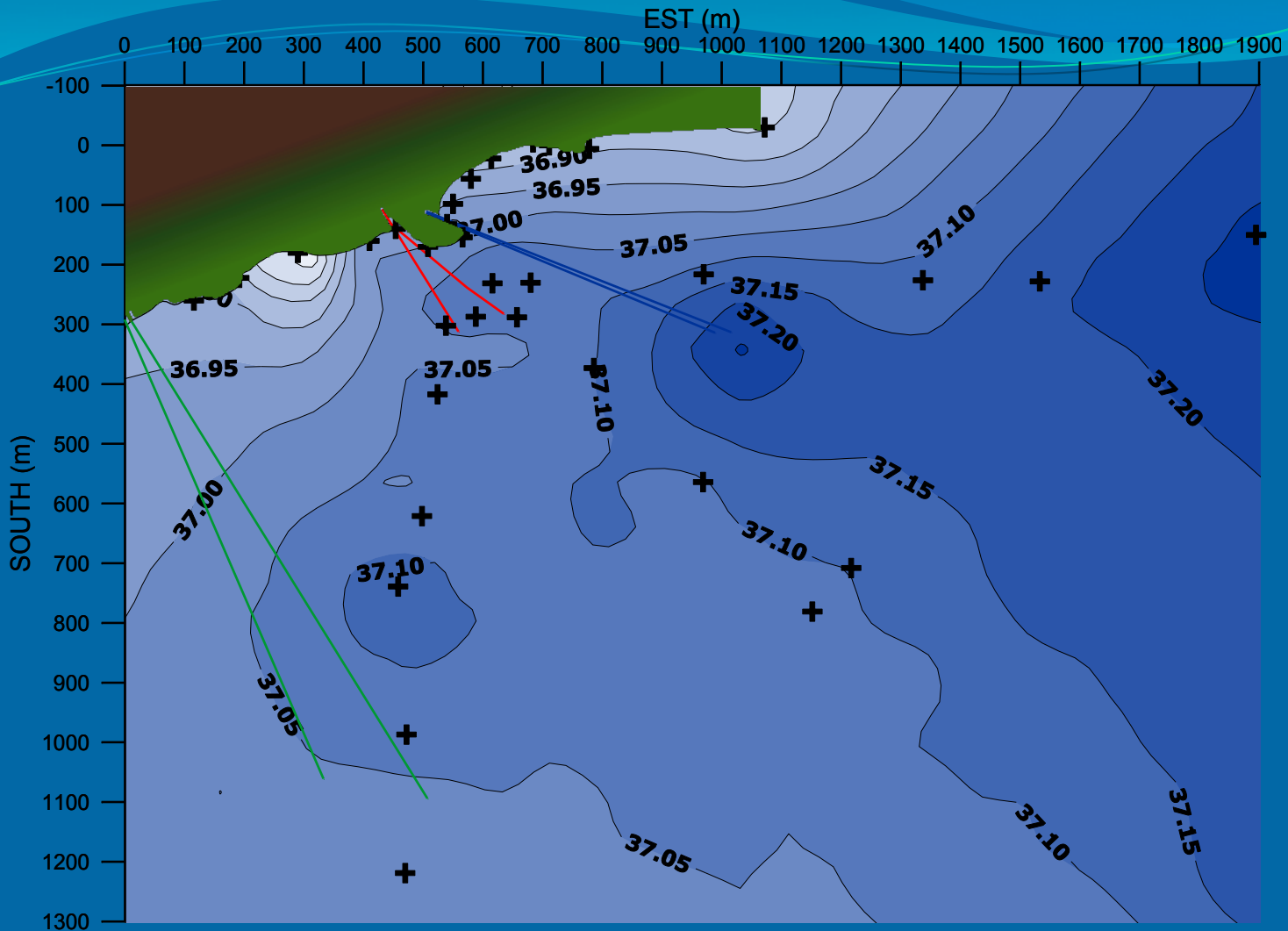
Batimetría del área de descarga



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

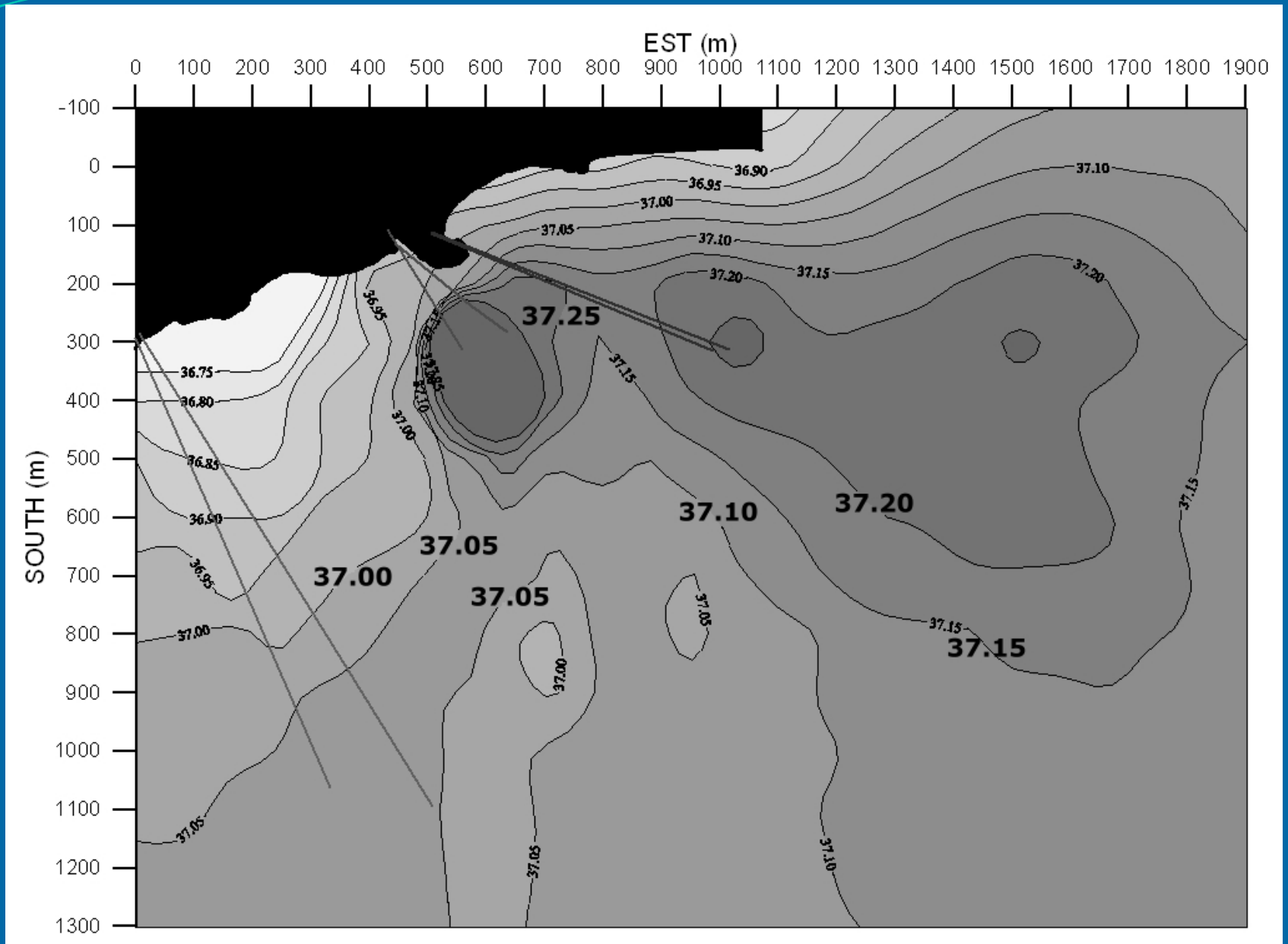

EST (m)
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900
SOUTH (m)
-100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300
SAMPLES COLLECTION POINT
C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 C15
R11 R12 R13 R14 R15 R16 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R31 R32 R33 R34 R35 R36
BRINE WATER OUTFALLS
FEED PIPES INTAKE
TREATED WASTE WATER OUTFALLS
Situación de las muestras



Salinidad en superficie

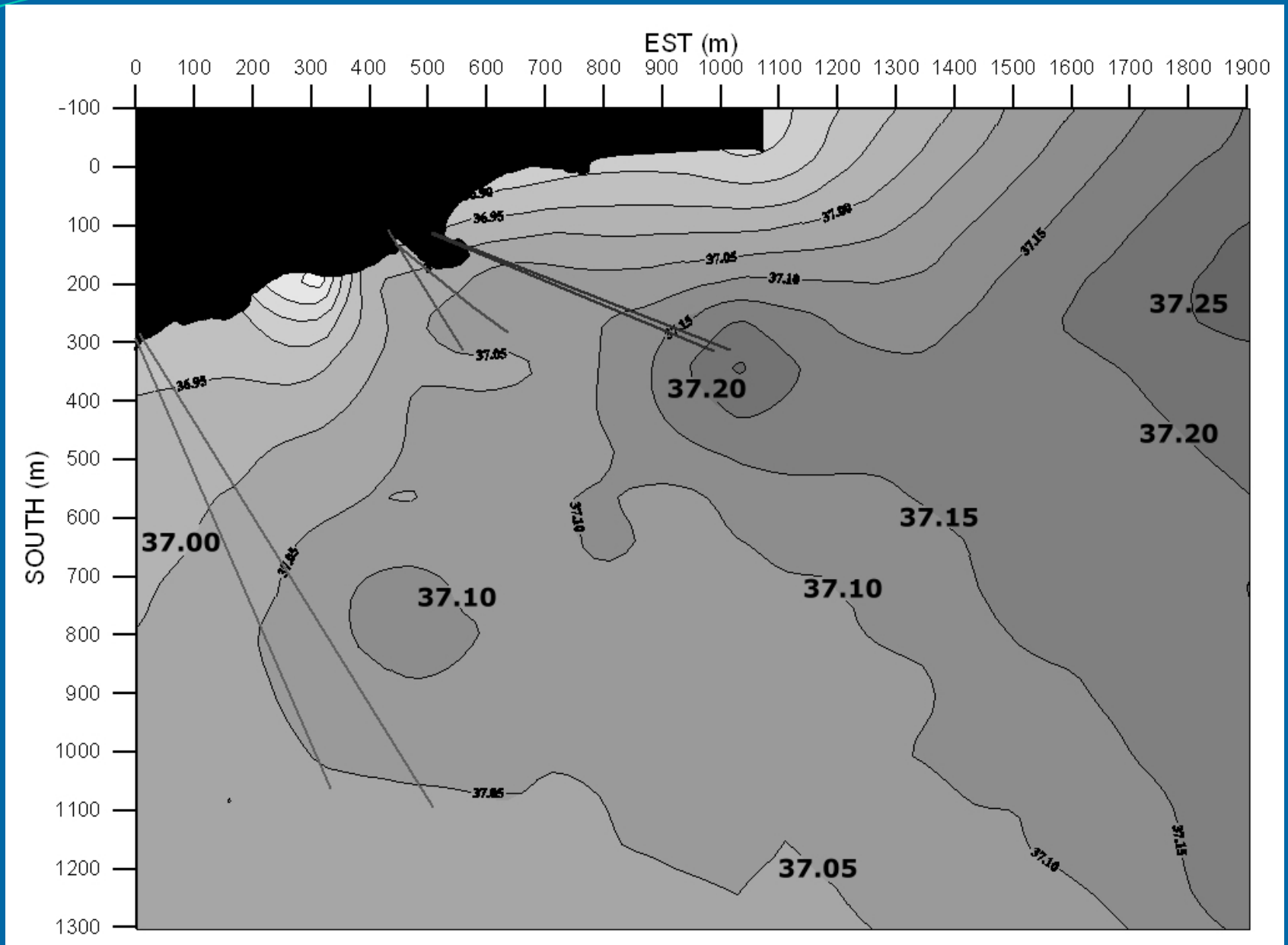
Salinidades en el área (Fondo marino)

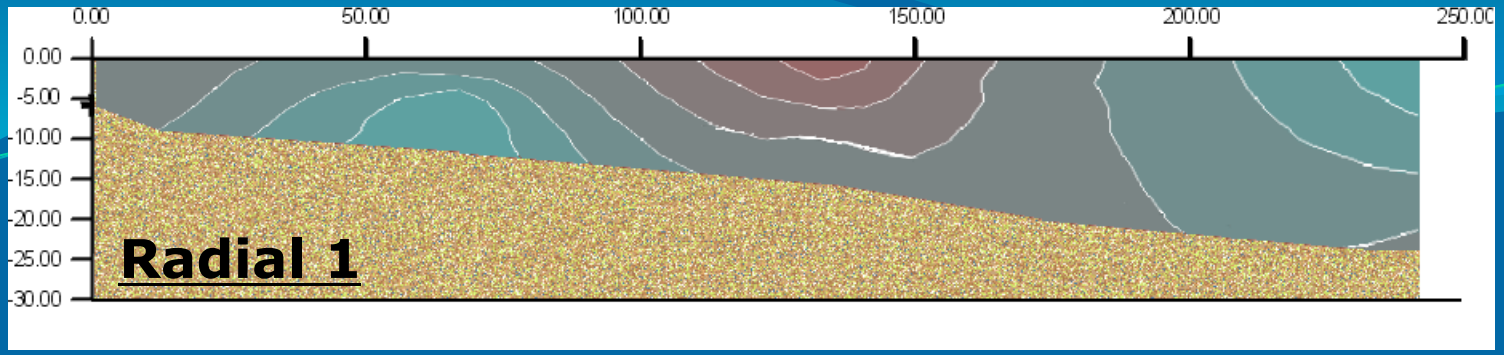
(Perez-Talavera and Quesada-Ruiz, 2001)

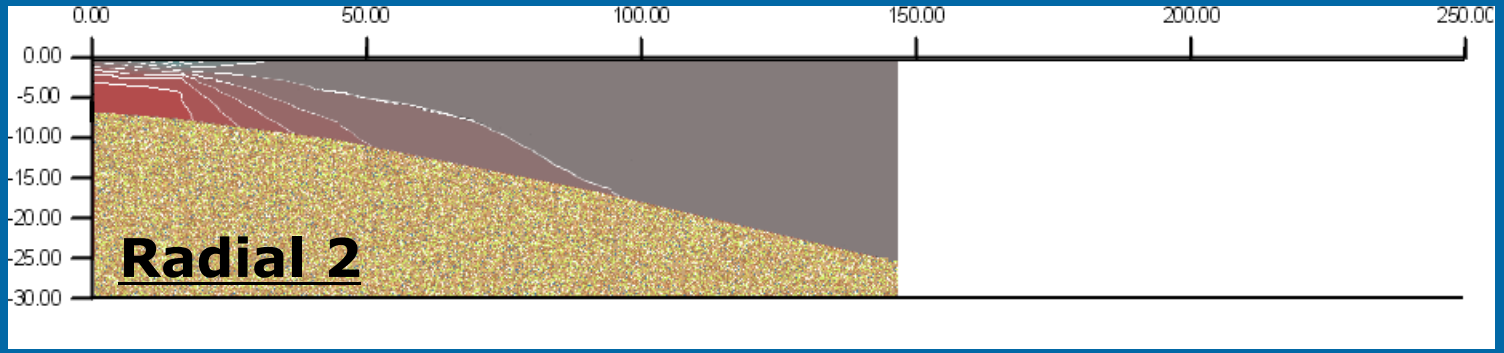


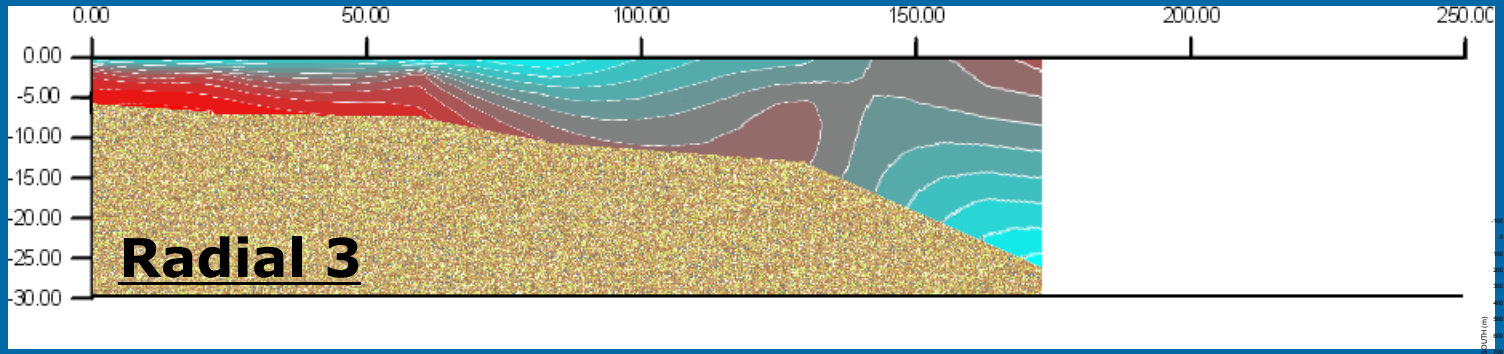
Salinidades en el área (Superficie)

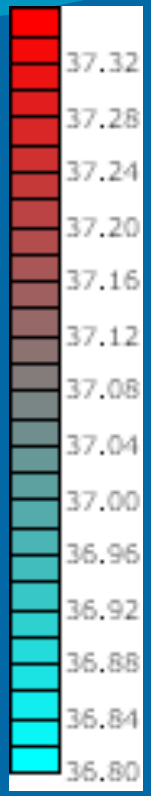
(Perez-Talavera and Quesada-Ruiz, 2001)

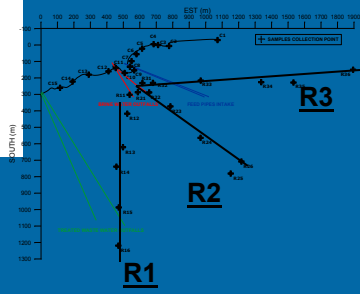








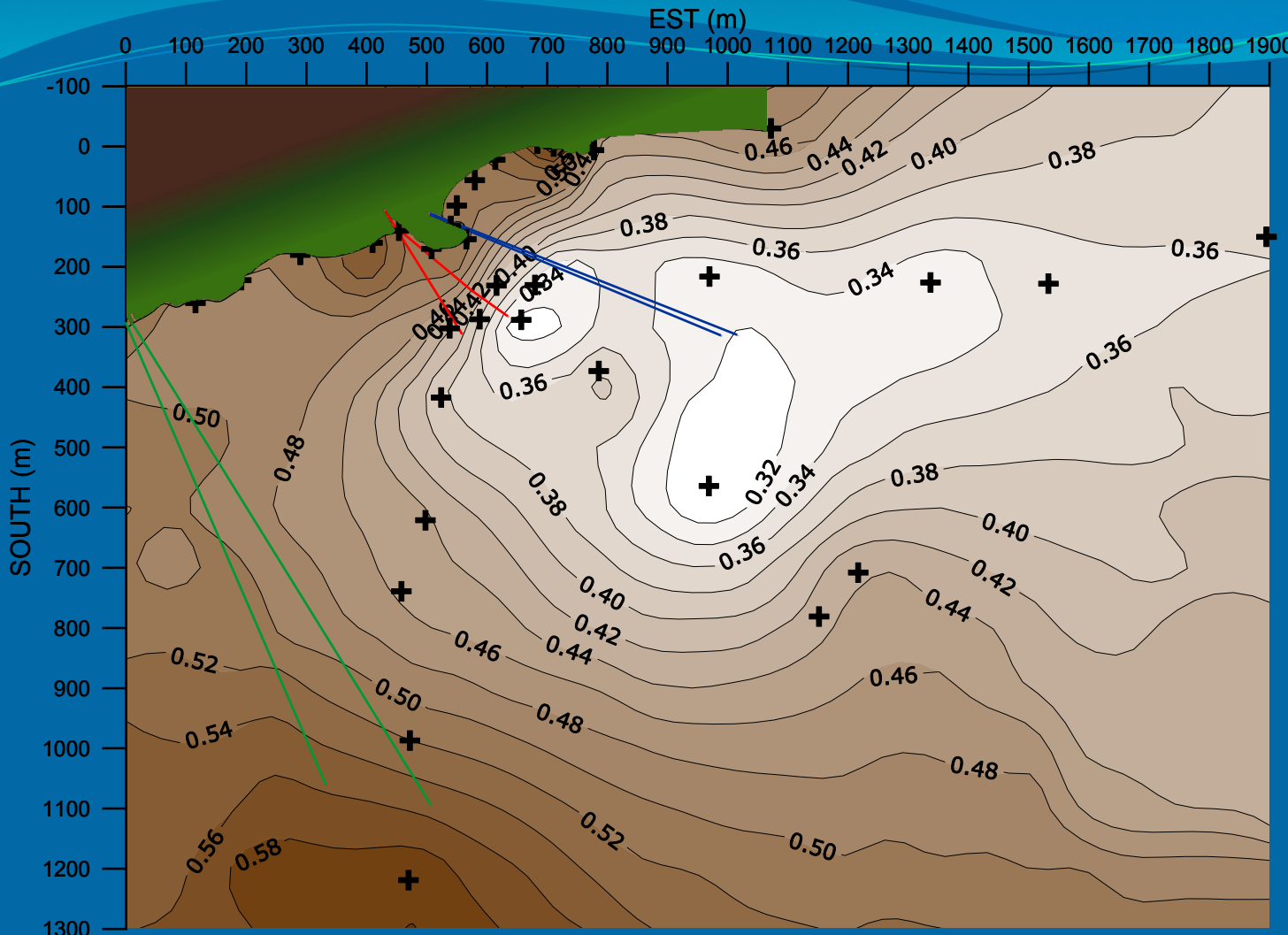




Salinidades

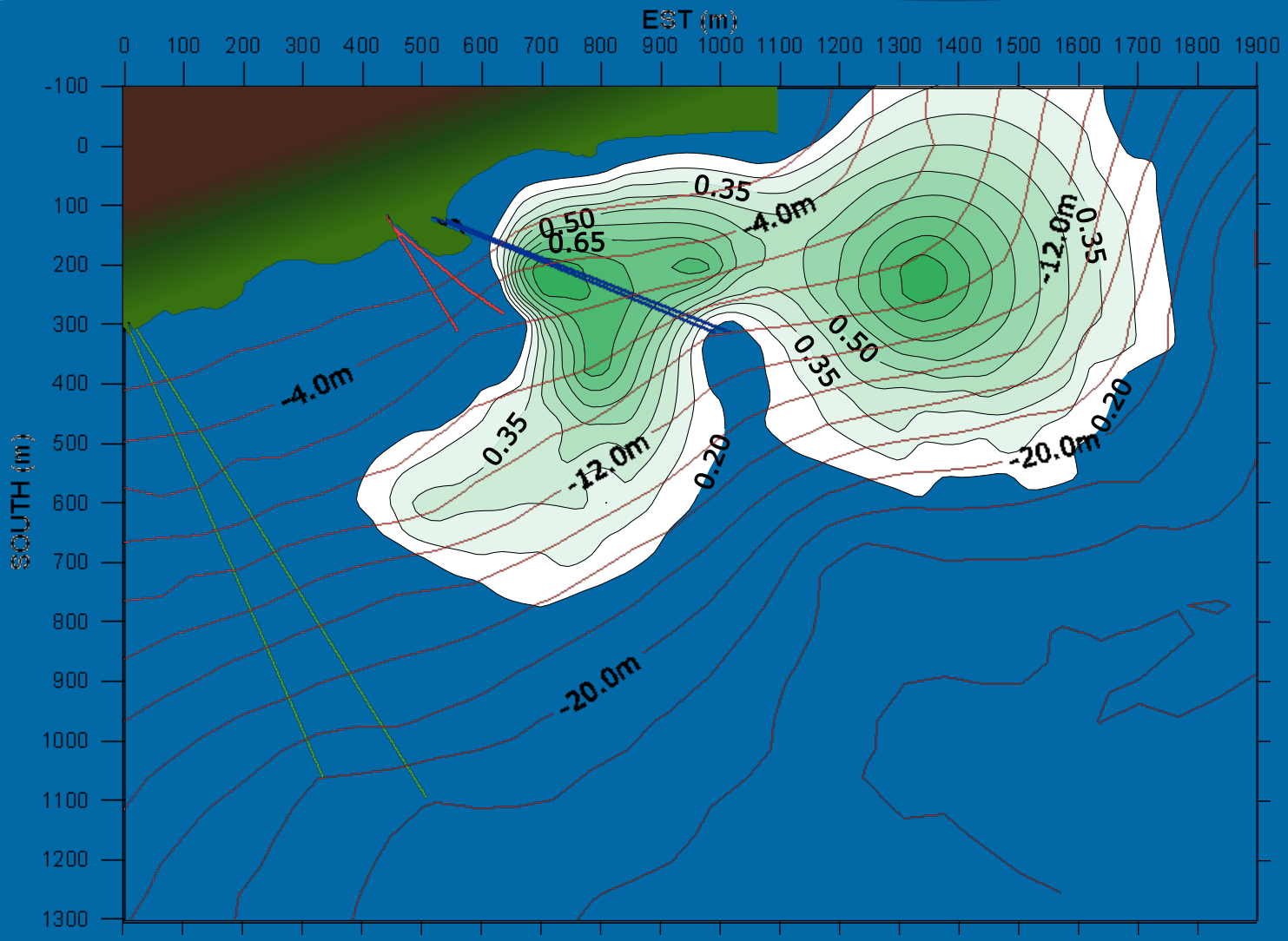
Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

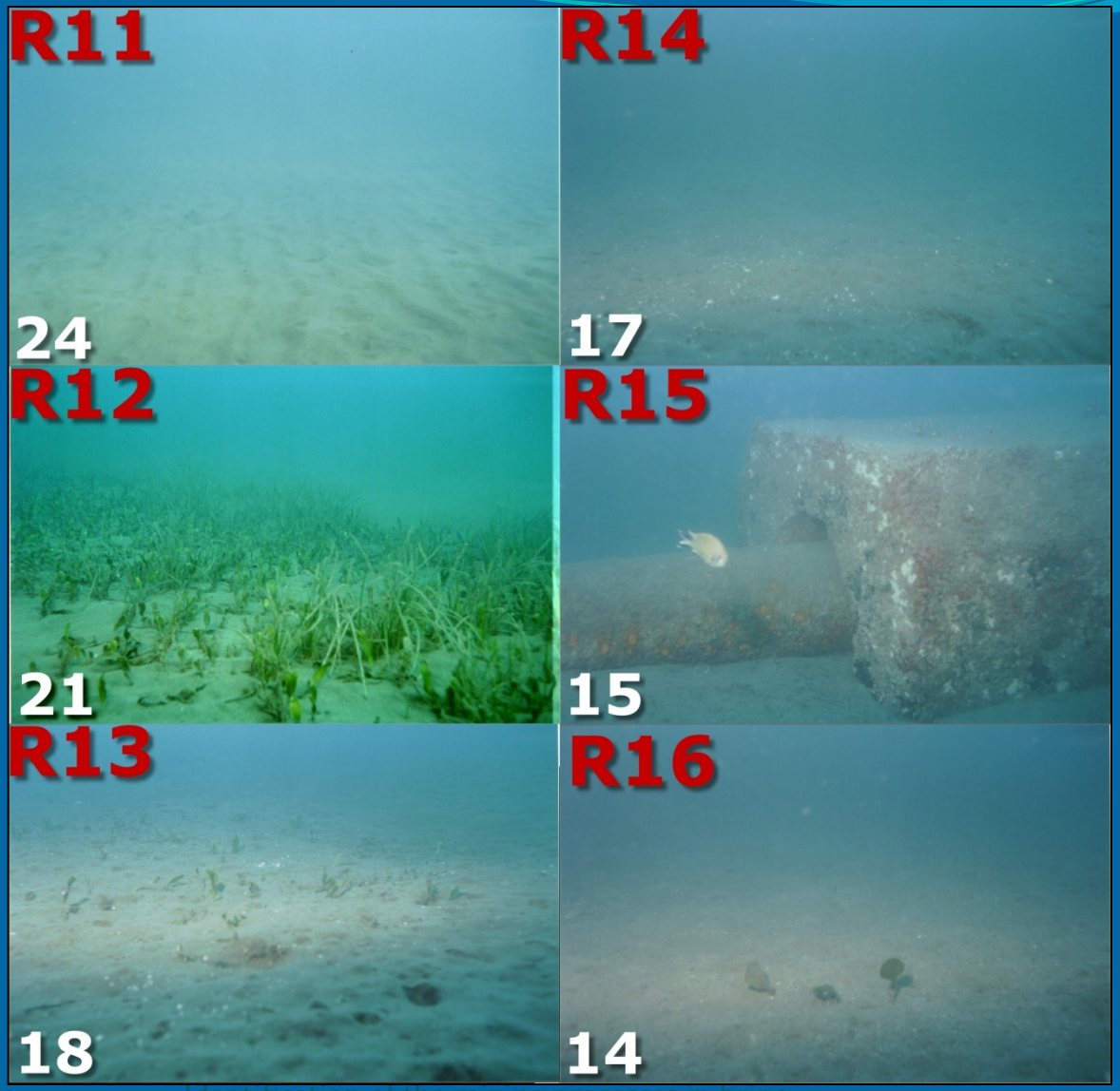


Turbidez en superficie

Distribución de los sebadales



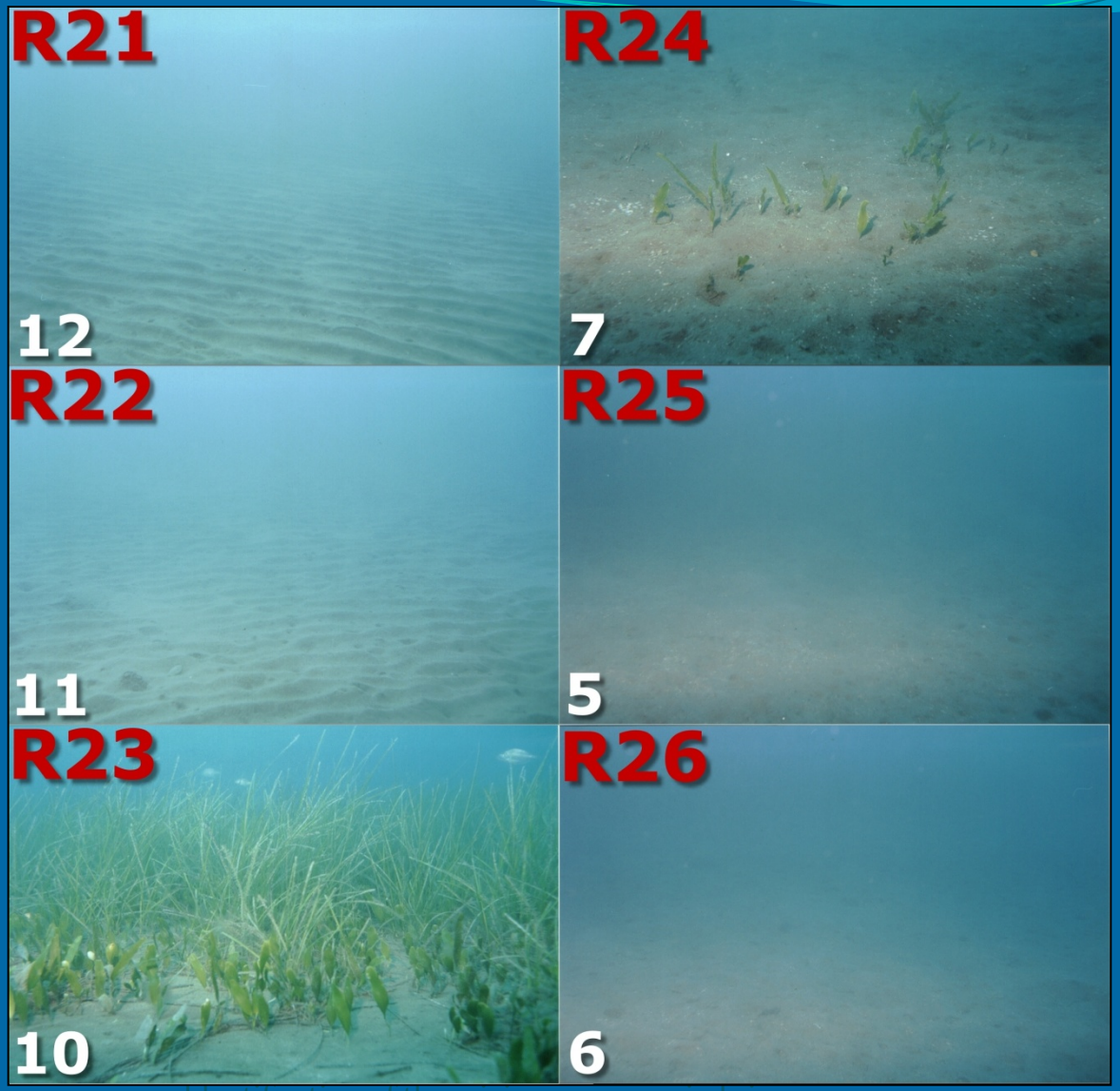
Radial 1



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

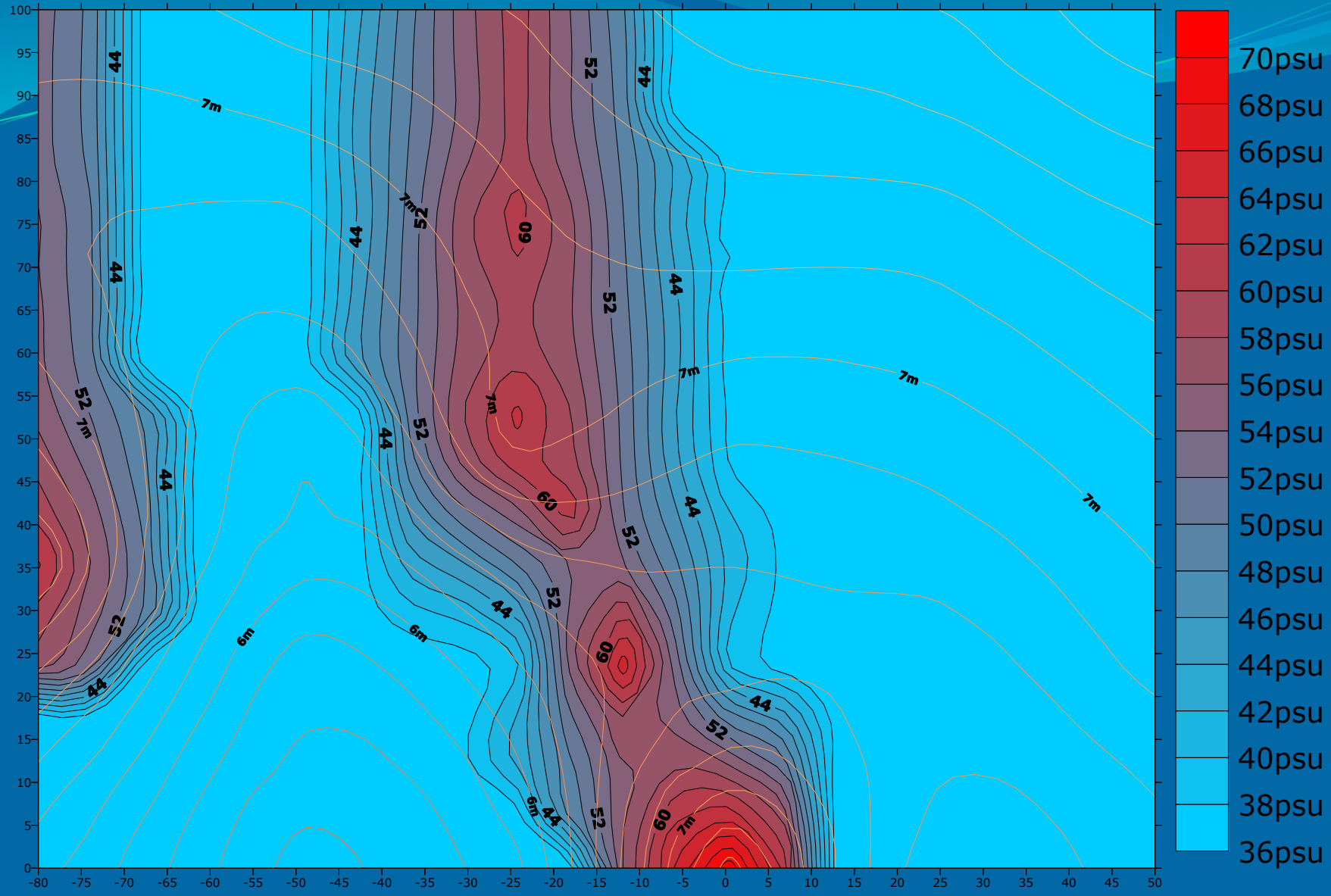
Radial 2



Radial 3

Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

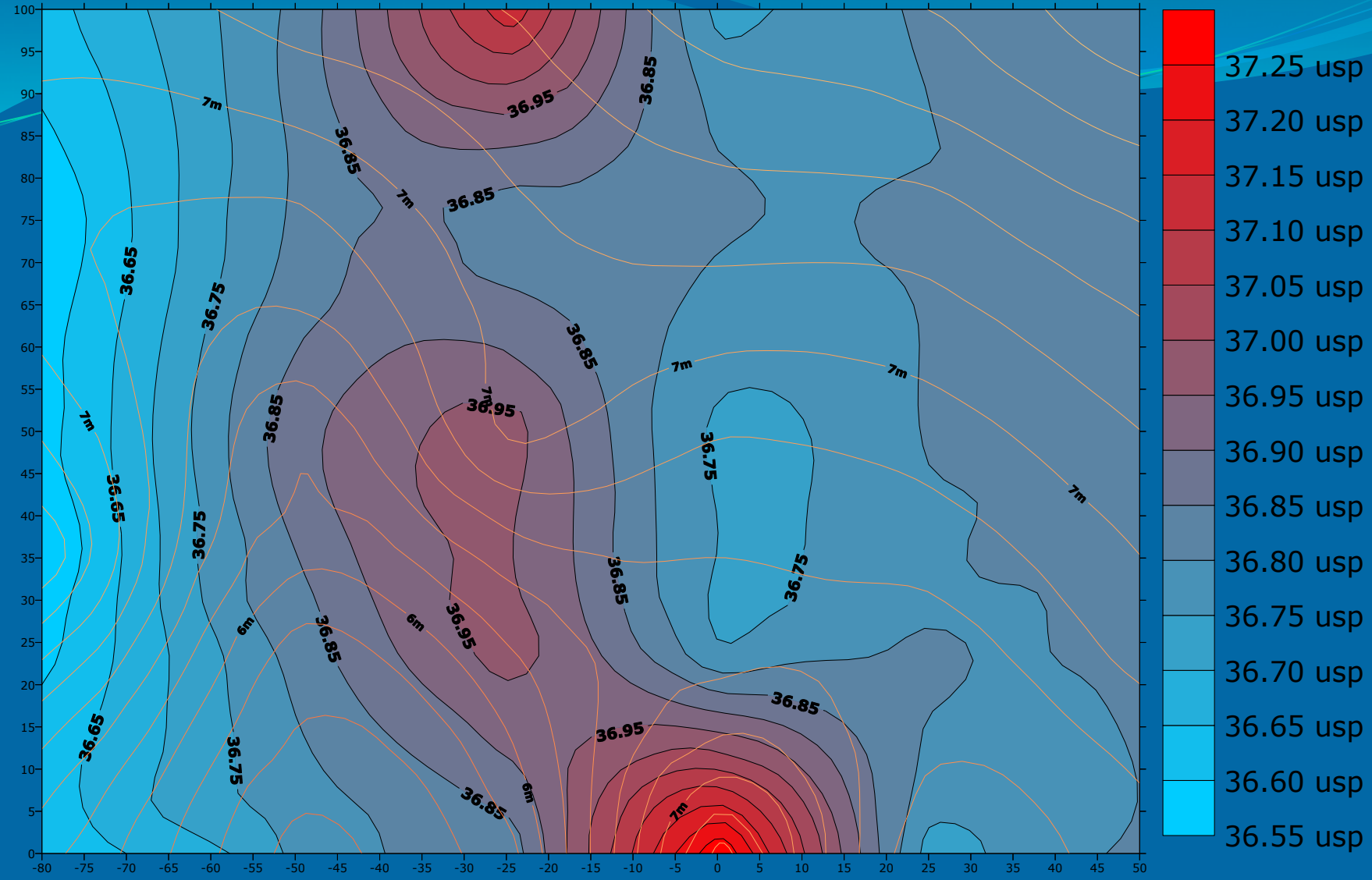
Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

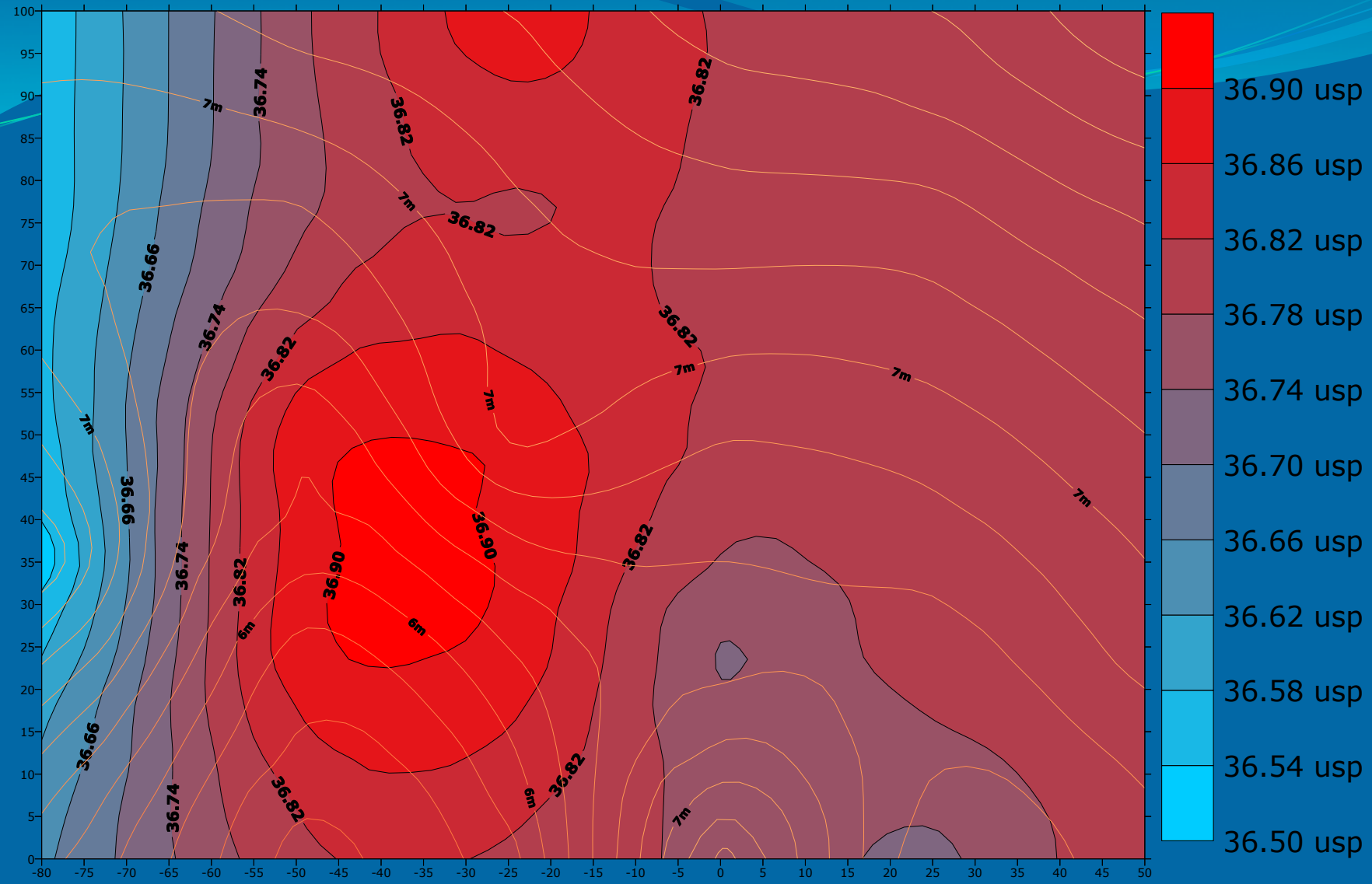
Salinidad en el fondo



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

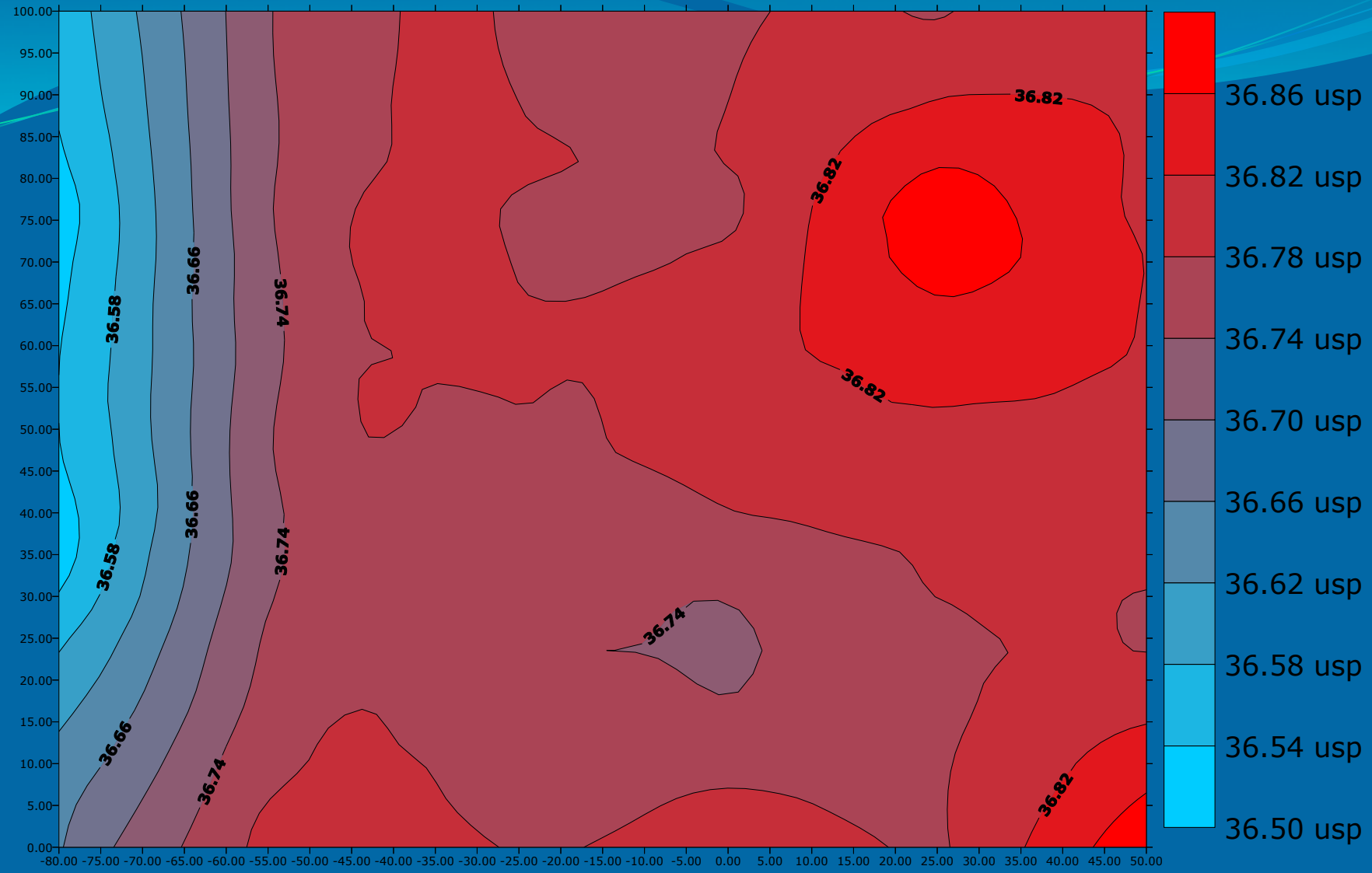
Profundidad: 6 m



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

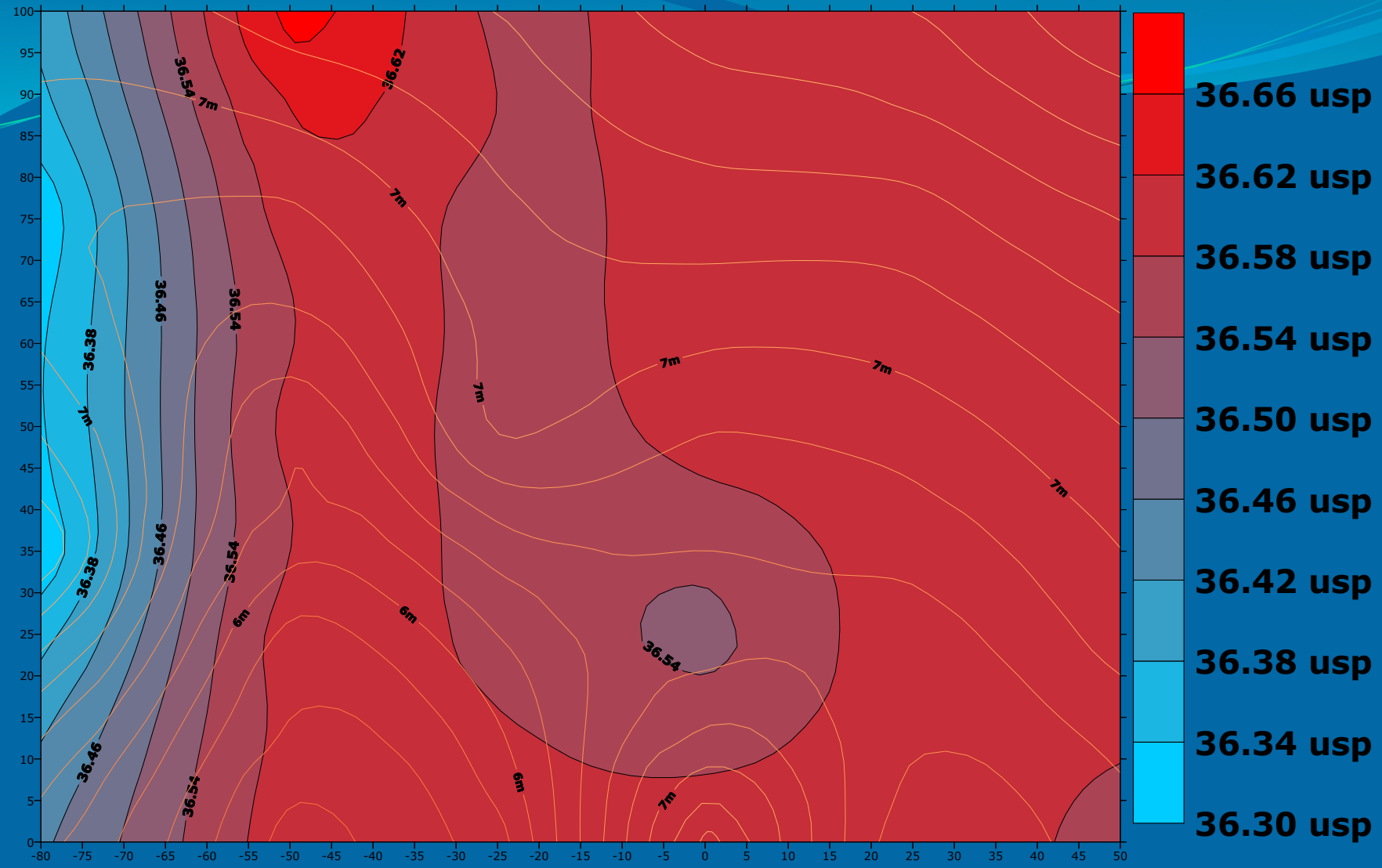
Profundidad: 4 m



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

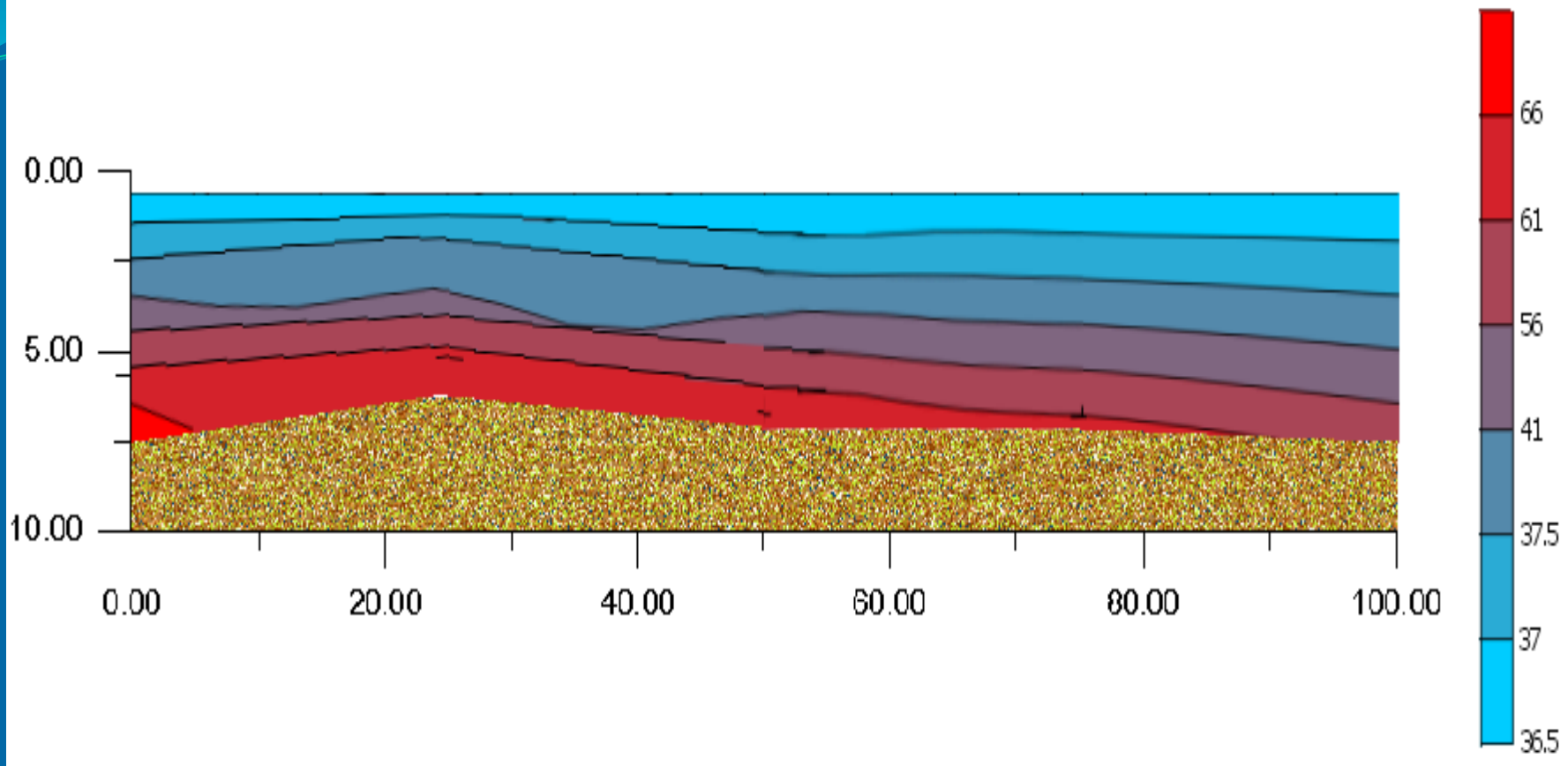
Profundidad: 2 m



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

Profundidad: 0.7 m



Desalination and the Environment: Water Shortage. Lemesos, Cyprus, May 28-30, 2001

Identification of the mixing processes in brine discharges
carried out in Barranco del Toro Beach, south of Gran Canaria (Canary Islands)

Vista seccional

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

- **Los ratios de dilución son muy altos**
- **En campo lejano, la salinidad es muy similar a la del mar. (36.5-37 ups)**
- **En el campo cercano se encontró lo siguiente:**

1. Hay una masa estrecha de salmuera en el fondo, siguiendo la dirección de la descarga, que es afectada por las corrientes de las mareas.

2. En la columna de agua, la dilución es menor que en el fondo y el efecto de la salmuera se hace notar en la superficie.

3. La existencia de dos emisarios, mejora la dilución.

4. Las praderas de fanerógamas no han sido afectadas por la descarga de salmuera.

5. Los datos del CORMIX han mostrado ser conservadores.

MODELOS DE DILUCIÓN

CORMIX (Cornell Mixing Zone Expert System) es un programa para el análisis y diseño de descargas sumergidas, a través de una o múltiples bocas de descarga, con flotabilidad positiva o negativa, o descargas superficiales con flotabilidad positiva, que contienen contaminantes convencionales o tóxicos, y para vertidos en diferentes cuerpos de agua. Se introducen los datos de descarga y ambientales y el programa suministra la información detallada de los mecanismos hidrodinámicos que controlan el flujo, dilución e información geométrica relativa a la forma del flujo.

Recomendaciones

- La velocidad del proceso de dilución de la salmuera es muy alto.

- **No obstante, para facilitar la dilución es conveniente realizarla a través de diferentes puntos y no de un único como ahora.**

- **Usar tuberías con un gran numero de difusores o eductores.**

TOLERANCIA DE LOS ORGANISMOS MARINOS A LOS VERTIDOS

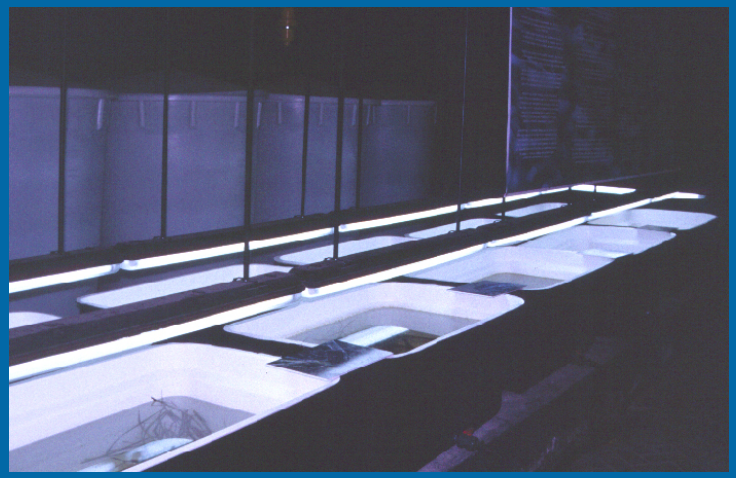
SELECCIÓN DEL ECOSISTEMA DE POSIDONIA OCEANICA COMO INDICADOR DE LA AFECCIÓN

- Endémica
- Grandes extensiones en el SE
- Elevada producción primaria
- Estabilizan sedimentos
- Hábitat para muchas especies, incluyendo especies de interés comercial
- Muy sensible a impactos
- Protegida
- Capacidad de regeneración muy baja

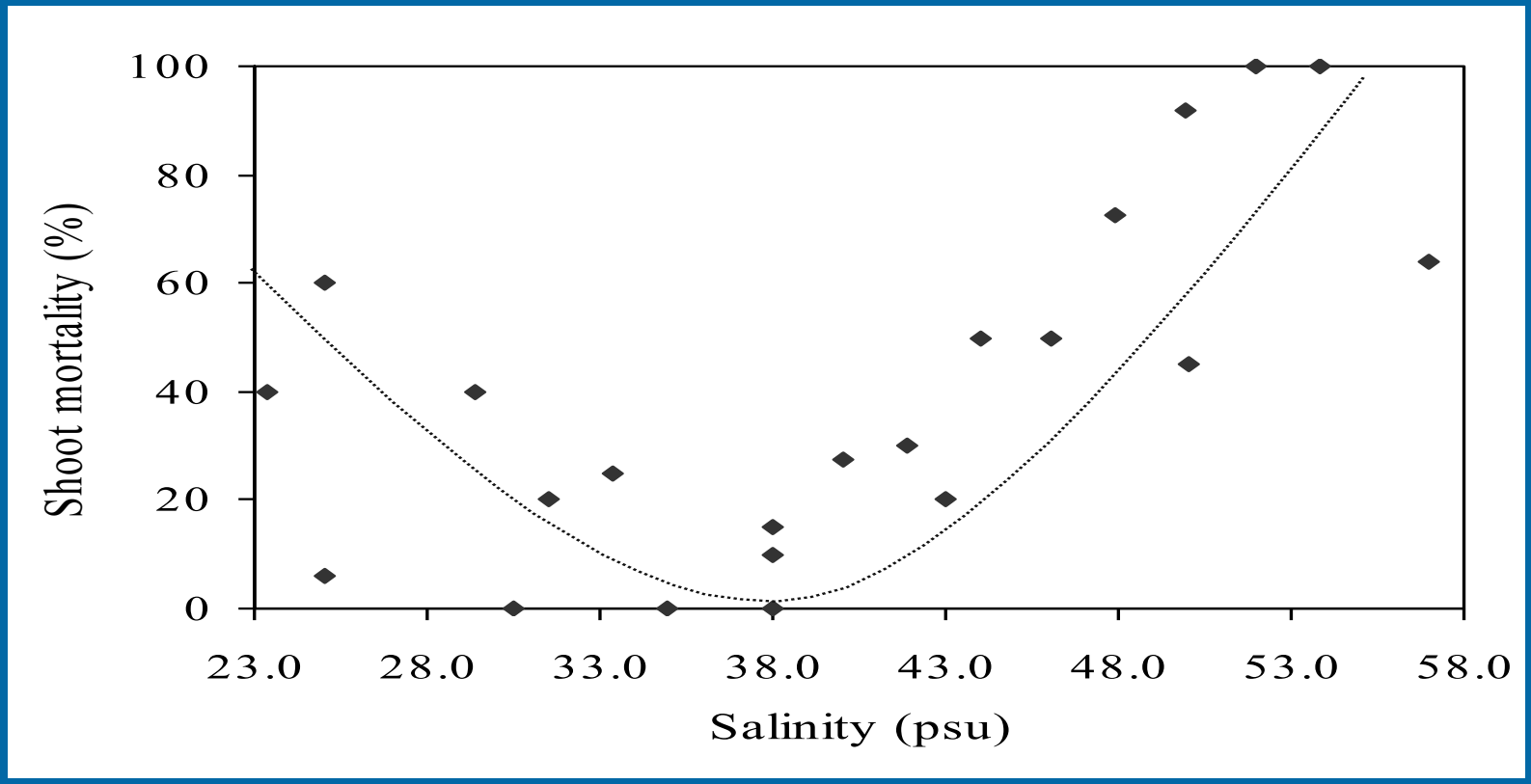
ESTUDIOS SOBRE TOLERANCIA DE LA POSIDONIA A LOS VERTIDOS HIPERSALINOS

- Laboratorio
- Experimentos en campo (simulación de vertidos)
- Seguimiento de vertidos

Importantes estudios realizados por diferentes organismos (Universidad de Alicante, CEDEX, etc.)

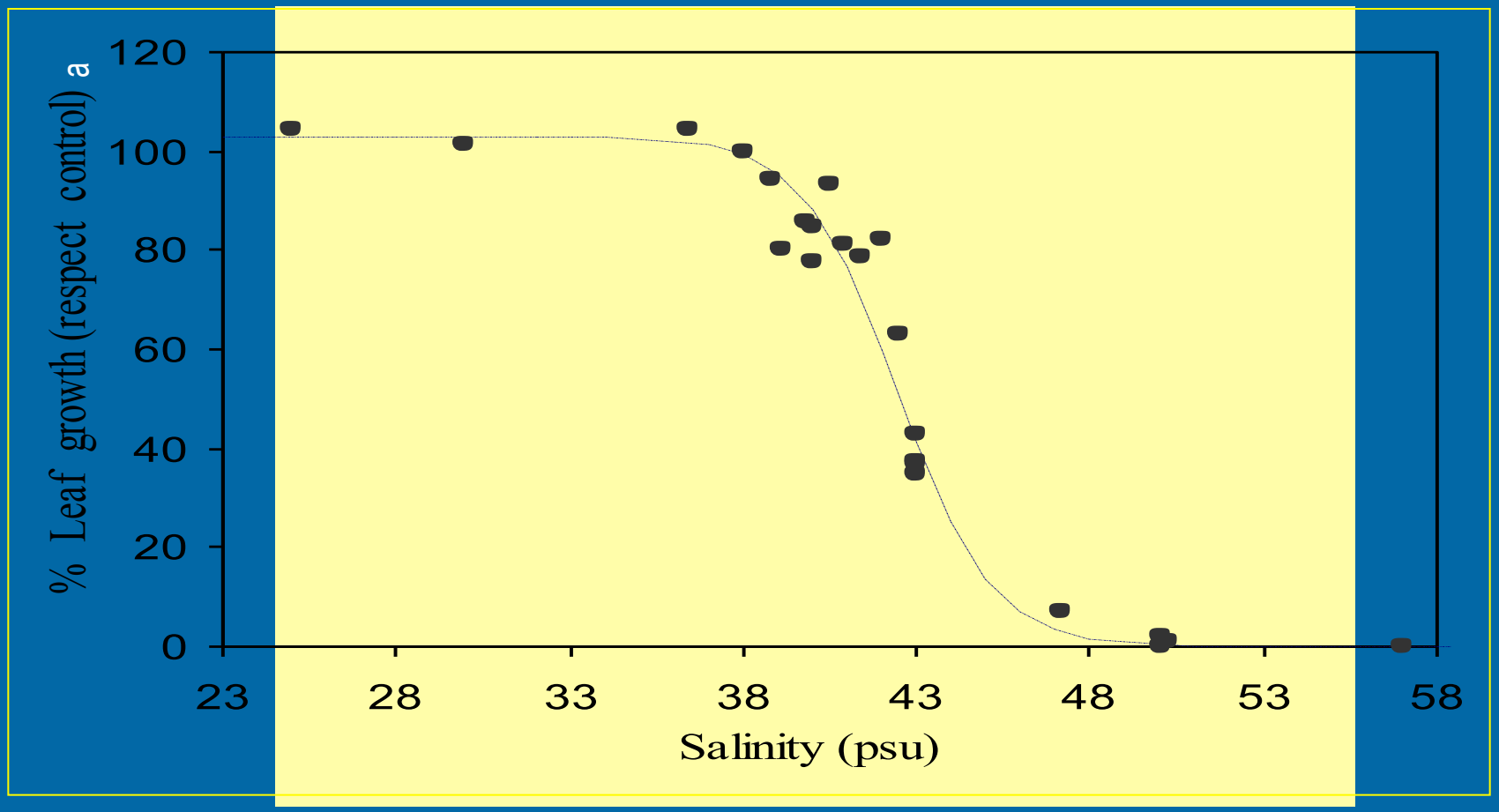


RESUMEN DE RESULTADOS; Mortalidad *Posidonia Oceanica*

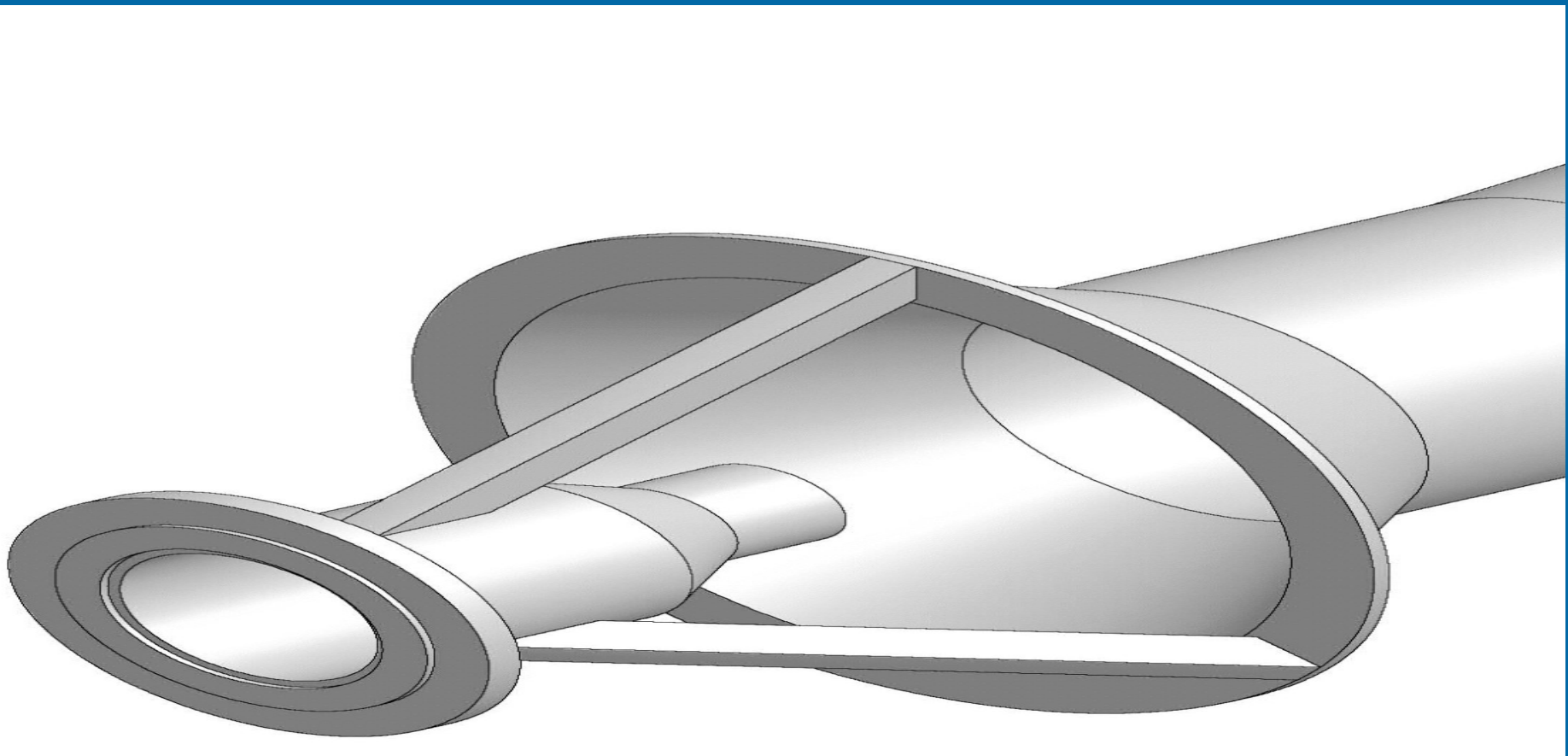


PSU; Unidad práctica de salinidad, equivale a gr/litro

RESUMEN DE RESULTADOS: Crecimiento Posidonia



CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS

- *Posidonia oceanica* es muy sensible a incrementos de salinidad
- Salinidad límite 38.5 ups en 25% observaciones o 40 ups en un 5% (salinidad promedio en Alicante 37.7 ups)
- Dilución necesaria; 1:40 o mayor

Eductor diseñado y construido en Canarias